

Weiteres zur Ökologie der Fließgewässer

Fließgewässer sind oberirdisch verlaufende Gewässer, die sich – abhängig von der Geländeneigung - in ständiger, fließender Bewegung befinden. Sie werden zwischen Anfang (Quelle) und Ende (Mündung) in Oberlauf, Mittellauf und Unterlauf eingeteilt.

Meistens ist das Gefälle im Oberlauf des Gewässers (also nahe der Quelle) sehr stark und nimmt zur Mündung hin ab. Daher wird auch die Fließgeschwindigkeit des Gewässers geringer, je näher der Fluss der Mündung kommt. Da auch Erosions-, Transport- und Sedimentationsvorgänge in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit erfolgen, verändert sich das Aussehen (Morphologie) des Gewässers. Bei starkem Gefälle bilden die Gewässer im Oberlauf gestreckte Verläufe aus, durch starke Tiefenerosion entsteht dort ein Kerbtal mit schmaler Sohle. Im Mittellauf verringert sich das Gefälle. Steine und Kiese lagern sich ab, während Sand und kleinere Partikel weiter transportiert werden. Vorübergehend entstehen Kiesbänke und kleinere Inseln, die bei größeren Abflüssen wieder umgelagert werden. Das Gewässer verzweigt sich in mehrere Arme. Weiterhin werden weitläufige Flussschleifen, sogenannte Mäander, ausgebildet. Im Unterlauf ist der Fluss breit und tief und weist nur noch eine geringe Strömung auf.

Vom Oberlauf hin zur Mündung nehmen Wassertemperatur und Nährstoffgehalt zu, der Sauerstoffgehalt dagegen ab. Als Folge findet man in den verschiedenen Fließgewässer-Regionen unterschiedliche Organismen. Bekannt ist die Gliederung eines Fließgewässers anhand von Fisch – Leitarten: Obere sowie Untere Forellenregion, Äschenregion, Barbenregion, Brachsenregion und Kaulbarschregion. Aber auch für die anderen Gewässerorganismen (Makrozoobenthos, Wasserpflanzen und Algen) sind die Unterschiede hinsichtlich der abiotischen Faktoren Substrat und Fließgeschwindigkeit bzw. Strömung wesentlich, weshalb die verschiedenen Gewässerabschnitte unterschiedliche und jeweils charakteristische Besiedlungen aufweisen, wie z.B. im „River Continuum Concept“ von Vannote et al. (1980) beschrieben wurde.

https://de.wikipedia.org/wiki/River_Continuum_Concept

1. **Forellen-Region:** Zwischen Quelle und Oberlauf ist das Wasser klar und nährstoffarm. Der Boden ist entsprechend der gebirgigen Umgebung felsig. Das hohe Gefälle bedingt eine hohe Fließgeschwindigkeit, aufgrund der Verwirbelungen ist der Sauerstoffeintrag groß und die Sauerstoffsättigung des Wassers liegt nahe 100%.
2. **Äschen-Region:** Das Wasser im Oberlauf ist immer noch kühl, klar und nährstoffarm. Der Boden besteht aus Fels und groben Kies.
3. **Barben-Region:** Das Gewässer ist aufgrund mehrerer Zuflüsse inzwischen breiter und tiefer geworden. Die Strömung ist nicht mehr ganz so stark, das Wasser ist etwas wärmer und mit Nährstoffen angereichert. Der Kiesboden wird zunehmend sandiger. Es treten vermehrt Pflanzen auf.
4. **Brachsen-Region:** Die mittlerweile schwache Fließgeschwindigkeit führt im Unterlauf zu schlammigen Ablagerungen. Aufgrund der Stoffwechselprozesse der hier zahlreich vorhandenen Mikroorganismen ist das Wasser trüb und nährstoffreich und führt mitunter nur wenig Sauerstoff. Das Gewässer ist sehr breit und daher nur noch wenig beschattet (nur im Uferbereich), so dass sich flussbürtiges Phytoplankton entwickeln kann.
5. **Kaulbarsch-Region:** In der Kaulbarschregion mündet der Fluss in das Meer, weshalb es zu einer Vermischung von Süßwasser und Salzwasser (= Brackwasser) kommt. Die Strömung ist sehr schwach. Sand und Schlamm lagern sich auf dem Boden des Flussbodens ab. Nährstoffreiches Wasser begünstigt bei der langsamen Fließgeschwindigkeit an den Ufern umfangreichen Pflanzenbewuchs. An der Mündung entwickelt sich nicht selten ein Flussdelta.

Links:

https://www.lfu.bayern.de/wasser/baeche_und_fluesse/index.htm

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse#textpart-6>

https://www.schweizerbart.de/publications/detail/isbn/9783510652754/Schonborn_Lehrbuch_der_Limnologie_2_Au?l=DE

Wichtige Habitate und ihre Besiedlung

Fließgewässer bestehen im Querschnitt, ähnlich wie Seen, aus einer Freiwasser- (Pelagial) und einer Bodenzone (Benthal). Aufgrund der geringeren Gewässertiefe kommt jedoch dem Benthal als Lebensraum eine besondere Rolle zu. Ob als Sohlsubstrate vorrangig Steine und Kiese oder vorrangig Feinsedimente wie Sand und Schlamm vorkommen, hängt von der Gewässerregion (Längszonierung) und von der Fließgeschwindigkeit des Wassers ab.

Ebenso zeigt sich der überragende Einfluss der Fließgeschwindigkeit bzw. Strömung in vielen morphologischen Anpassungen (z.B. dorsoventrale Abplattung des Körpers oder Ausbildung von starken Endkrallen, Häkchen oder Saugnäpfen zum Festhalten am Substrat) der Gewässerorganismen oder auch in ihrem Verhalten. Daher können viele Arten als rheobionte Arten (auf hohe Fließgeschwindigkeit angewiesen), rheophile Arten (schnelle Strömung bevorzugend) oder rheoxene Arten (an geringere Strömung angepasst) unterteilt werden.

Ein mäandrierender Fluss bietet mit Prallhang und Gleithang zwei sehr unterschiedliche ökologische Nischen. Am Gleithang ist die Strömung meist schwach, das Wasser flach und vegetationsreich. Hier ist das Substrat häufig feinkörnig, mit Totholz und Blättern durchsetzt. Am Prallhang entstehen meist steile Uferabbrüche, oft vegetationsfrei, jedoch als Lebensraum für bestimmte Vögel und Wildbienen geeignet.

An der Gewässersohle leben die zahlreichen Organismen des Makrozoobenthos. Vor allem das Lückensystem zwischen und unter den Steinen (das hyporheische Interstitial) stellt ihren Lebensraum dar, in dem sie Schutz vor der Strömung und vor Räubern finden. Auch die Eier und Larven von kieslaichenden Fischen entwickeln sich im Interstitial.

Natürliche Fließgewässer sind dynamische Systeme, die ständig ihr Aussehen verändern:

- Das Abflussgeschehen ist von Jahr zu Jahr verschieden und weist innerhalb eines Jahres deutliche Unterschiede auf. Bei bordvollen Abflüssen kommt es zu Umlagerungen der Sohlsubstrate; Kiesbänke werden abgetragen und können an anderer Stelle wieder entstehen.
- Fließgewässer sind eng verzahnt mit der sie umgebenden Landschaft. Während sich der Fluss an der Außenseite der Flussschleifen, dem Prallufer, immer weiter ins Gelände eingräbt, wird das ausgewaschene Material von der Strömung mitgenommen und in ruhigen Bereichen, beispielsweise den Gleitufern an den Innenseiten der Flusskurven, wieder abgelagert.
- Die Ufervegetation hat einen wesentlichen Einfluss auf das Fließgewässer, da einerseits die Wassertemperatur durch die Beschattung gering gehalten wird und andererseits mit dem Falllaub Nahrung für die Zerkleinerer eingetragen wird.
- Wenn aufgrund der eigendynamischen Entwicklung des Gewässers durch Uferabbrüche oder verursacht durch den Biber Bäume ins Gewässer fallen, so stellt das Totholz ein wesentliches Strukturelement dar und ist ein wichtiges Habitat für die Gewässerorganismen (Makrozoobenthos und Fische).

Nahrungsnetz

Im Benthal wachsen als Primärproduzenten Bakterien, Algen und Wasserpflanzen, die mittels Photosynthese anorganisches CO₂ in Biomasse verwandeln. Die Bakterien und Algen werden von herbivoren Kleinstlebewesen wie z.B. Schnecken oder Eintagsfliegenlarven abgeweidet. Bachflohkrebse und Köcherfliegenlarven zerkleinern Laubblätter, die von der Ufervegetation ins Wasser gefallen sind, ebenso wie die Reste von abgestorbenen Wasserpflanzen. Filtrierer wie z.B. Muscheln filtern, wie es der Name bereits sagt, ihre Nahrungspartikel aus dem Wasser. Larven der Gattung *Hydropsyche* bauen ein Netz, dessen Öffnung gegen den Wasserstrom gerichtet ist und fangen damit Nahrungspartikel ein.

Sie alle dienen den Sekundärkonsumenten - wie z.B. Steinfliegenlarven, Turbellarien, Egel, aber auch Fischen (z.B. Elritze oder Hasel) sowie Amphibienarten oder kleineren Wasservögel - als Nahrung. Am Ende der Nahrungskette des Fließgewässers stehen Raubfische (Hecht, Zander oder Barbe) oder fischfressende Wasservögel, wie der Kranich oder der Fischreiher.

Bakterien und Mikroorganismen setzen das tote organische Material abgestorbener Tiere und Pflanzen unter aeroben oder anaeroben Bedingungen wieder zu Nährstoffen um, die dann erneut von den Primärproduzenten zur Photosynthese und zum Wachstum genutzt werden können.

Einfluss der chemischen Parameter

Welche Arten in den Fließgewässern siedeln können, hängt auch von der stofflichen (chemischen) Zusammensetzung des Wassers ab.

Die Geologie des Einzugsgebietes gibt die Wasserhärte und den pH-Wert vor. Insbesondere die Flora (Wasserpflanzen und Algen) weist in kalkarmen, schwach gepufferten Gewässern eine ganz andere Artenzusammensetzung auf als in härterem kalkreichen Wasser.

Der Salzgehalt ist osmotisch wirksam

Die Artenzusammensetzung der Wasserpflanzen und Algen verändert sich auch in Abhängigkeit von den Nährstoffverhältnissen (Trophie). Diese Veränderungen zeichnen sich mitunter auch auf den höheren Ebenen des Nahrungsnetzes deutlich ab.

Aus der Palette der allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter (ACPs) seien noch die Wassertemperatur und der Sauerstoffgehalt des Wassers genannt.

Die Wassertemperatur hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Geschwindigkeit der Stoffwechselprozesse und auf die Entwicklung der Gewässerorganismen, da MZB und Fische als wechselwarme Organismen ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur anpassen. Quellnah ist das Wasser zu allen Jahreszeiten gleichbleibend kühl. Mit zunehmender Entfernung von der Quelle nehmen die diurnalen und saisonalen Schwankungen der Wassertemperatur zu. Unbeschattete Gewässerbereiche können sich an warmen, sonnigen Tagen deutlich aufwärmen.

Sauerstoff gelangt durch Diffusion aus der Luft in das Wasser. Durch Verwirbelung an großen Steinen, Ästen oder anderen Strukturen wird der Eintrag verstärkt. Zusätzlich wird Sauerstoff durch Photosynthesevorgänge der im Gewässer lebenden Algen und Pflanzen gebildet. Der im Wasser gelöste Sauerstoff ist die Lebensgrundlage für Makrozoobenthos und Fische. Mit zunehmender Wassertemperatur sinkt die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser, so dass empfindliche Arten

Der Sauerstoffgehalt im Wasser sinkt auch, wenn aufgrund organischer Belastung ein intensiver mikrobieller Abbau mit entsprechender Sauerstoffzehrung erfolgt. Die sich daraus ergebenden Veränderungen in der Artenzusammensetzung des MZB dienen seit über 100 Jahren als Grundlage für die Gewässergütebestimmung mit dem Saprobienindex.

Welche Auswirkungen Pestizide, Insektizide, Herbizide sowie Medikamentenrückstände und die Abbauprodukte dieser Stoffe auf die Gewässerorganismen haben, ist noch nicht ausreichend bekannt.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand#textpart-1>

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/oekologischer-zustand-der-fliessgewaesser>

Gewässerflora (Wasserpflanzen und Algen)

In den meisten Fließgewässern werden die an der Sohle wachsenden (benthischen) Arten der Algen und Wasserpflanzen erfasst und zur Bewertung genutzt. Nur in sehr großen und langsam fließenden Fließgewässern wird stattdessen zur Beurteilung das Phytoplankton herangezogen.

Die benthischen Algen und Wasserpflanzen und Algen werden für die Bewertung mithilfe des PHYLIB-Verfahrens in die drei Teilkomponenten „Makrophyten“, „Diatomeen“ und „Phytobenthos ohne Diatomeen“ unterteilt.

Makrophyten umfassen höhere Wasserpflanzen, Moose und Armeleuchteralgen. Das Phytobenthos ist eine Lebensgemeinschaft von Algen, die an der Sohle des Gewässers angeheftet wachsen (Aufwuchsalgen). Es umfasst eine enorme Vielfalt unterschiedlicher Algenklassen, wie z.B. Blaualgen (Cyanobakterien), Rotalgen, Kieselalgen, Grünalgen und Zieralgen. Aufgrund methodischer Unterschiede bei der Probenbearbeitung werden die Kieselalgen (Diatomeen) separat bearbeitet. Alle anderen Algenklassen werden zur Teilkomponente „Phytobenthos ohne Diatomeen“ zusammengefasst.

Die Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ indiziert vor allem die trophische und saprobielle Situation, strukturelle und hydrologische Gegebenheiten sowie stoffliche Belastungen und physikalische Eigenschaften eines Gewässers. Makrophyten indizieren als integrierende Langzeitindikatoren insbesondere die strukturellen und trophischen Belastungen an einem Standort. Die Untersuchung der benthischen Algen ermöglicht Aussagen zu den Nährstoffbedingungen (Trophie), aber auch zu thermischen Bedingungen, Sauerstoffverhältnissen, Salzgehalt, Versauerung und Schadstoffbelastung.

Das PHYLIB – Verfahren kann in Fließgewässern und Stehgewässern eingesetzt werden.

Zusätzlich zum PHYLIB-Verfahren wird in den Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen auch das MaBS-Verfahren angewendet, um den ökologischen Zustand des Gewässers anhand der Daten der Makrophyten zu beurteilen. Das MaBS – Verfahren liefert Hinweise, ob Eutrophierung, strukturelle Belastungen, thermischen Bedingungen, veränderte hydraulische Situation

Benthische wirbellose Fauna (Makrozoobenthos)

Das Makrozoobenthos besteht aus den wirbellosen tierischen Organismen, die die Gewässersohle besiedeln. Würmer, Schnecken, Muscheln sowie Krebstiere und die arten- und individuenreiche Gruppe der Insekten (insbesondere Insektenlarven) prägen die Besiedlung. Im Ökosystem eines Fließgewässers nehmen die Organismen des Makrozoobenthos eine wichtige Rolle ein, indem sie organisches Material als Konsumenten verwerten und selber wiederum als Nahrungsgrundlage, z. B. für Fische, dienen.

Makrozoobenthos-Organismen sind gute Bioindikatoren. Ihr Vorkommen oder Fehlen zeigt neben der organischen Belastung unter anderem strukturelle Defizite und den Verlust von besiedelbaren Habitaten an. Damit kommt dem Makrozoobenthos bei der Fließgewässerbewertung eine wichtige Rolle zu.

Das modular aufgebaute, multimetrische Bewertungssystem für Fließgewässer PERLODES setzt sich aus den drei Modulen „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“ zusammen. Je nach Gewässertyp geht eine unterschiedliche Anzahl und Kombination von Einzelindizes in die Bewertung des Makrozoobenthos ein.

- Das Modul „Saprobie“ bewertet die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf das Makrozoobenthos auf Basis des gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Saprobienindex nach DIN 38 410.
- Faktoren, die für die Organismen eine Belastung darstellen, wie die Degradation der Gewässermorphologie, die Nutzung im Einzugsgebiet oder im Gewässer befindliche Schadstoffe (Insektizide, Pestizide), werden mithilfe des Moduls „Allgemeine Degradation“ bewertet, wobei die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie als wichtigster Stressfaktor gilt.
- Bei den Gewässertypen, die von Versauerung betroffen sein können (dies trifft nur auf grob- und feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche zu; LAWA-Fließgewässertypen 5 und 5.1), wird mithilfe des Moduls „Versauerung“ die typspezifische Bewertung des Säurezustands vorgenommen.

Die Gesamtbewertung der ökologischen Zustandsklasse ergibt sich über das „Worst-Case-Prinzip“ aus den Qualitätsklassen der Einzelmodule.

Das PERLODES – Verfahren wird bisher nur an Fließgewässern eingesetzt. Es ist nicht für die Untersuchung von Seen oder anderen Stehgewässern geeignet.